Aus der zahnärztlichen Universitäts-Klinik Berlin, Technische Abteilung
(Direktor: Prof. Dr. Schröder)

Ueber den Ablauf der Oeffnungs- und Schließungsbewegung insbesondere bei Zahnlosen und seine Bedeutung für den Aufbau der ganzen Prothese.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der

Zahnärztlichen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin

vorgelegt von

Leon Stendig,
aus Kolomyja (Polen)

Tag der Promotion: 26. Juni 1934.

Druck von Gebrüder Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44

406

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. H. Gocht

Referent: Prof. Dr. H. Schröder.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit zugeeignet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550808_0084

I. Ueber den Mechanismus der Oeffnungsbewegung:

a) im Lichte der einschlägigen Literatur älterer und neuerer Zeit,

b) nach einigen klinischen Beobachtungen und graphischen Darstellungen, (Feststellung grundsätzlicher Unterschiede der Oeffnungsbewegung bei Bezahnten und Unbezahnten.)

II. Die Schlußfolgerungen insbesondere der letzten Feststellungen in Bezug auf die Festlegung der Bißhöhe und den weiteren Aufbau der ganzen Prothese.

Die Wichtigkeit des genaueren Studiums der Oeffnungs- und Schließungsbewegung (nach Schröder kurz orthalen Bewegung genannt) als Ausgangspunkt der komplizierten Artikulationsbewegungen hat in neuerer Zeit sehr an Bedeutung zugenommen, denn es hat sich immer mehr die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß man nur dann befriedigende Resultate in der Prothetik erzielen kann, wenn sie wissenschaftlich den physiologischen Eigenheiten und anatomischen Vorgängen des Kauapparates angepaßt ist.

An Hand zahlreicher Untersuchungen in der prothetischen Abteilung des Zahnärztlichen Instituts in Berlin konnte festgestellt werden, daß die Oeffnungsbewegung bei Zahnlosen vielfach grundsätzlich anders verläuft als bei Bezahnten.

Es konnte die Beobachtung gemacht werden, daß die Oeffnungsbewegung nicht immer, wie angenommen, als kombinierte Bewegung verläuft, daß sie vielmehr in manchen Fällen eine einfache Bewegung darstellt. Das letztere ist nur beim zahnlosen Kiefer gelegentlich der Fall. Das ergibt sich schon bei der Beobachtung am Lebenden. Es konnte ferner festgestellt werden, daß auch bei weiterer Oeffnung der Kondylus nicht, wie es beim Bezahnten der Fall ist, aus der Fossa heraustritt, sondern in der Fossa liegen bleibt und hier nur scheinbar eine rotierende Bewegung ausführt.

Festzustellen wann und unter welchen Umständen die Oeffnungsbewegung als reine Rotationsbewegung abläuft, wann sie eine kombinierte Bewegung ist und wie im einzelnen der Mechanismus der orthalen Bewegung sich abspielt, soll Aufgabe der vor-

liegenden Arbeit sein. Es hat das, wie ich schon oben andeutete, für die Praxis des künstlichen Zahnersatzes eine nicht zu unterschätzende Bedeutung.

Wenn wir zunächst die einschlägige Literatur berücksichtigen, so liegt das natürlich im Interesse einer übersichtlichen Bearbeitung des Stoffes. Es hat aber auch für die Beurteilung der eigenen Versuche große Bedeutung. Der Stoff regelt sich so, daß zunächst einmal über den Mechanismus der Oeffnungsbewegung eingehend berichtet wird und dann im Anschluß über die Ergebnisse der eigenen Beobachtungen und Untersuchungen.

I. Ueber den Mechanismus der Oeffnungsbewegung:

a) im Lichte der einschlägigen Literatur älterer und neuerer Zeit.

Zum genaueren Verständnis des Mechanismus der Oeffnungs- und Schließungsbewegung muß der anatomische Bau des Gelenkes zugrundegelegt werden.

Das Kiefergelenk besteht aus: 1.) der Gelenkgrube mit dem Gelenkhöcker, in den sich nach vorn hin fortsetzt, 2.) dem Kieferköpfchen, 3.) der Zwischenscheibe, 4.) der Gelenkkapsel mit den Gelenkbändern.

Nur die vordere Fläche des Gelenkköpfchens ist mit Knorpel überzogen, da nur diese und nicht auch die hintere Fläche an der Oeffnungsbewegung teilnimmt. Desgleichen ist die Gelenkgrube in ihrem vorderen Abschnitt beim Uebergang in das Tuberkulum und die Gelenkbahn selbst mit Knorpelbezug versehen. Zwischen Gelenkgrube und Höcker einerseits und dem Gelenkköpfchen anderseits liegt die bewegliche Gelenkscheibe, die ringsherum von der Kapsel aufgenommen, das Gelenk in eine obere und untere Gelenkkammer teilt, aus der sich zugleich auch eine bipolare Funktion des Gelenkes ergibt. Die Zwischenscheibe (Discus articularis) ist durch die schlaffe Gelenkkapsel sowohl an der Gelenkgrube und dem Höcker einerseits — als auch am Gelenkköpfchen (Capitulum mandibulae) anderseits angeheftet. Außerdem steht der Discus in fester Verbindung mit dem Pterygoideus externus, der einzige Fall, wo im menschlichen Körper ein Discus mit einem Muskel direkt zusammenhängt.

Beim Schlußbiß ragt der bikonkave Discus mit seinem occipital der Gelenkgrube zugewendeten stärker ausgebildeten Anteil in die Gelenkgrube — während der frontale Abschnitt des Discus mit seinem schwächeren Anteil die vordere Fläche des Gelenkköpfchens vom Tuberculum trennt, der Grund der Gelenkgrube bleibt also von ihm völlig frei.

Der erweiterten, laschen Gelenkkapsel, die den Gelenkkopf und Gelenkgrube ganz in sich aufnimmt, sowie deren Verstärkungsbändern kommt bei der orthalen Bewegung nur eine passive Rolle zu, sie sind nunmehr als Bremsvorrichtungen anzusehen, teilweise auch als Antagonisten für die Muskeln, die in der Hauptsache die Gelenkfunktion beherrschen.

Die Oeffnungsbewegung des Kiefers, die ebenso aus der Schluß- wie aus der Ruhestellung erfolgen kann, läßt die Annahme zu, daß es sich um eine einfache Bewegung, als Rotationsbewegung handelt, in der Tat jedoch stellt sie, was schon längst bekannt ist, eine kombinierte Bewegung dar, die sich aus einer Gleit- und Rotationsbewegung zusammensetzt.

Die Rotation findet durch Drehung des Gelenkköpfchens im unteren Teil des Gelenkes statt, während die gleichzeitige Gleitbewegung im oberen Teil um das Tuberculum articulare erfolgt. Die Gleitbewegung wird hauptsächlich durch den Pterygoideus externus bewirkt, wobei er den Discus, mit dem er durch Fasern verbunden ist, mit nach vorn zieht.

Der Uebergang aus der Phase der Schlußstellung in die der Ruhestellung erfolgt durch eine einfache Rotation, bei weiterer Oeffnung aus der Ruhestellung tritt die Gleitbewegung hinzu, die sich mit ganzer Oeffnung verstärkt, um dann beim Schließen des Mundes in demselben Maße abzuschwächen und in eine einfache Rotation zu enden.

Eine einfache zirkuläre Bewegung bei weiterer Oeffnung des Mundes ist schon aus dem Grunde unmöglich, weil die Querachsen der walzenförmigen Gelenkköpfchen sowie die Gelenkgruben nicht parallel zueinander verlaufen, sondern sich im stumpfen Winkel schneiden, dessen Spitze hinter der Verbindungslinie beider Gelenke, am Foramen occipitale magnum liegt. Nur dadurch, daß die Kondylen vermöge ihres eigenartigen Baues des Gelenkes aus der Tiefe der Pfanne auf das Tuberkulum hervortreten können, wird

eine gemeinsame Drehung der winkelachsigen Gelenke möglich. Außerdem besteht in dieser Anordnung keine Symmetrie, da die Achse des Gelenkköpfchens der einen Seite verschieden zur Mittellinie der anderen geneigt sein kann, was sich bei der Seitwärtsbewegung besonders auswirkt.

Schon frühzeitig bemühten sich die Anatomen die Oeffnungs- und Schließungsbewegung zu analysieren, ihre Resultate konnten aber den Bewegungsmechanismus der Kiefer nicht restlos klären, da die Untersuchungen am mazerierten Schädel und später an frischen Leichenpräparaten bei Erhaltung der Gelenkkapsel und anliegenden Bändern und Muskeln ausgeführt wurden. Dabei konnte der natürliche Vorgang der orthalen Bewegung nicht wiedergegeben werden, weil der Kiefer in den Gelenken nicht durch die eigene Muskelkraft, sondern durch äußere willkürliche bewegt wurde. Dadurch mußten Fehlerquellen entstehen, die den Wert der Untersuchungen in Frage stellten. Daß man von den Untersuchungen am Leichenpräparat zu denen am Lebenden überging, war also ganz selbstverständlich und wurde auch vor allem erforderlich und notwendig, als man Gewicht darauf legte, den Mechanismus der Oeffnungs- und Schließungsbewegung in bezug auf das Zusammentreffen der Zähne genauer zu studieren.

Immerhin bieten auch die am Schädel und Präparaten durchgeführten Untersuchungen wichtige Hinweise, die für die Beobachtungen am Lebenden nicht ohne Bedeutung sind und sollen deshalb, soweit es der Fall ist, hier kurz berücksichtigt werden.

Schon Monroe hatte eine richtige Vorstellung über die Doppelbewegung, die der Kiefer beim Oeffnen des Mundes ausführt. Seine Beobachtungen am mazerierten Schädel ergaben, daß bei der Oeffnungsbewegung des Unterkiefers das Köpfchen gleichzeitig zwei Bewegungen vollzieht: eine Drehbewegung um die durch die beiden Mittelpunkte der Kondylen hindurchgehende quere Achse, zweitens eine Gleitbewegung in der sagittalen Richtung nach vorn unten an der hinteren schrägen Fläche des Gelenkhöckers. Die Rotation des Köpfchens erfolgt in der unteren Gelenkkammer, die Gleitbewegung dagegen in der oberen, wobei sich mit dem Gelenkköpfchen der Discus nach vorn verschiebt.

Die Folge dieser Doppelbewegung ist nun, daß die Kurven, die die unteren Schneidezähne bei der Oeffnungsbewegung be-

schreiben, ihren Mittelpunkt nicht im Zentrum des in Ruhestellung befindlichen Gelenkköpfchens haben, sondern an einer weiter hinten, außerhalb des Gelenkbereiches liegenden Stelle, die durch die verschiedene Gestaltung des Tuberculum variabel gelagert sein kann. Die Rotationsachse ist somit eine im Raume fortschreitende.

Auch Ferrein suchte die Frage des Vorwärtsgleitens des Capitulum unter das Tuberculum aufzuklären. Er verlegte den Drehpunkt der Oeffnungsbewegung außerhalb des Gelenkes, in die Nähe des Foramen mandibulare und huldigte damit der teleologischen Auffassung, daß die Natur diese ruhige Stellung zugunsten der dort eintretenden Gefäße und Nerven gewählt habe, um sie vor Zerrung und Schädigung zu bewahren.

Die gleiche Auffassung vertraten auch die neueren Autoren, Merkel und Hyrtl. Auch sie verlegen das Zentrum der Oeffnungsbewegung in das Foramen mandibulare und erblicken ebenfalls darin eine zweckmäßige Einrichtung der Natur.

Die Begründung der teleologischen Auffassung konnte nicht aufrecht erhalten bleiben, da erfahrungsgemäß Nerven und Gefäße wegen ihres geschlängelten Verlaufs und der ihnen eigenen Elastizität selbst in Zonen vielseitiger Bewegungs- und Spannungsmöglichkeit weder Zerrungen noch sonstige Schädigungen erleiden.

Später hat Ferrein seinen Standpunkt hinsichtlich der Bestimmung des Zentrums der Oeffnungsbewegung dahin abgeändert, daß der Rotationspunkt entsprechend den verschiedenen Phasen der Oeffnungsbewegung seine Lage wechselt: Im Anfang der Oeffnungsbewegung liegt er im Bereiche des Köpfchens, bei mäßiger Oeffnung des Mundes in der Nähe des Foramens mandibulare und bei extremer Oeffnung nähert er sich wieder dem Kondylus.

Ferreins Feststellungen sind von den späteren Autoren bestätigt worden.

Wallisch führte seine Versuche am Präparat aus und führte auf Grund einer graphischen Darstellung der Oeffnungsbewegungsbahn des Köpfchens aus, daß sich die Oeffnungsbewegung aus zwei Bewegungen, wie es schon vor ihm Monroe fand, zusammengesetzt: aus einer Schubbewegung nach vorn, die ausschließlich in der oberen Gelenkkammer, zwischen Tuberculum und Discus erfolgt, und aus einer Drehbewegung, die zwischen Discus und Kondylus vor sich geht. Nach ihm stellt somit das Ge-

lenk eigentlich zwei Gelenke dar, die räumlich durch den Discus getrennt zwei ganz verschiedene Funktionen ausüben.

Diese Ergebnisse wurden durch die Untersuchungen von Breuer gestützt und auch noch heute als allgemein richtig anerkannt.

Breuer verfolgte am frischen Gelenkpräparat mit unversehrter Gelenkkapsel und gut bezahnten Kiefern die Bewegungen des Kondylus in den verschiedenen Phasen der Oeffnungsbewegung im Röntgenbilde. Das Präparat hatte er in ein Stativ eingespannt, an dem photographische Platten zweckmäßig in sagittaler Richtung zur Gewinnung von Röntgenaufnahmen angebracht werden konnten Mittels feiner auf Rollen laufender Fäden konnte er mit dem Kiefer naturgetreu Oeffnungs- und Schließungsbewegungen ausführen. Seine Untersuchungen galten nicht nur der Feststellung der Wegstrecke, die der Kondylus bei der Oeffnungsbewegung auf dem Tuberculum zurücklegt, sondern darüber hinaus den exakten Beweis für die kombinierte Natur der orthalen Bewegung zu erbringen sowie festzustellen, welchen Anteil die Rotationsbewegung an der Gleitbewegung nach vorn aufweist. Dies vermittelten am Präparat drei kleine in der Richtung des aufsteigenden Astes vertikal übereinander angebrachte Stifte und zwar ein oberer an der Schädelbasis über dem Jochbogen, ein mittlerer im Collum des Unterkiefers und ein unterer weiter nach dem Angulus zu. Während der Schlußstellung treten im Röntgenbilde diese drei Fixpunkte auf einer Geraden übereinanderliegend deutlich hervor. Bewegt man den Unterkiefer im Sinne der Oeffnung, so müssen zwangsläufig die an ihm angebrachten Fixpunkte und somit auch sie verbindende Gerade ihre Lage gegenüber dem oberen, an der Schädelbasis angebrachten Fixpunkt dem Grade der Oeffnungsbewegung entsprechend ändern.

Breuers Versuch durch Serienaufnahmen die einzelnen Phasen der orthalen Bewegung zu veranschaulichen führte objektiv zum Nachweis des kombinierten Charakters der Oeffnungsbewegung. Wenn er auch die wirkliche Lage des Rotationspunktes nicht finden konnte, so wies er doch nach, daß der Drehpunkt nicht im Kondylus, sondern außerhalb des Gelenkes liegen muß.

Fick fand den Weg, den Breuer zur Bestimmung der Rotationsbahn einschlug, für nicht geeignet mit der Begründung,

daß es schwer sei kongruente Röntgenbilder zu erzielen und daß die Untersuchung am Präparat zu sehr der Willkür des Forschenden unterworfen sei.

Bonwill nähert sich hinsichtlich der Annahme des Rotationspunktes der Auffassung Ferreins und verlagert das Rotationszentrum der Oeffnungsbewegung stets unterhalb des Gelenkes auf der Verlängerung der Kauebene nach hinten, von wo aus gezogener Kreisbogen der Bahn entspricht, die die vorderen mittleren Schneidezähne des Unterkiefers bei der Oeffnung und Schließung beschreiben. Um dieses Zentrum sollen die Bewegungen des Kiefers wie in einem Scharniergelenk erfolgen.

Henke bestätigt die kombinierte Natur der Oeffnungsbewegung und weist darauf hin, daß mit dem Einsetzen der Oeffnungsbewegung das Köpfchen auch sofort nach vorn gleite.

Dieser Behauptung bringt Meyer eine Einschränkung entgegen, indem er annimmt, daß für geringe Oeffnungsvorgänge er nur eine Rotation beobachten konnte.

Constant befürwortete den Standpunkt Bonwills hinsichtlich der Bestimmung des Rotationszentrums bei der Oeffnungsbewegung. Ausgehend von der Ueberlegung, daß die Bewegungen des Unterkiefers aus den Kraftwirkungen der verschiedenen in ihrer Richtung und Funktion abweichenden Muskeln resultieren, suchte er mit Hilfe einer mechanischen Konstruktion (Modell) nachzuweisen, daß die Oeffnungs- und Schließungsbewegung sich um einen imaginären Rotationspunkt vollzieht, der unterhalb des Gelenkes, auf einer vom Kondylus gefällten Vertikalen liege, und zwar da, wo diese mit einer durch den inneren Kieferwinkel gelegten Horizontalen zusammentreffe.

Von dieser Ueberzeugung ausgehend, suchte er die Oeffnungsbewegung auch im künstlichen Gelenk wiederzugeben und behauptete, daß wenn nach seinen Angaben der Rotationspunkt im Artikulator genau nachgeahmt wird, es auch möglich sei, die Bißhöhe beliebig abzuändern ohne Beeinflussung des wirklichen Lagerungsverhältnisses der Kiefer zueinander.

Die erste graphische Darstellung der orthalen Bewegung am Lebenden entnehmen wir den Betrachtungen Langers. Er verließ den Weg am mazerierten Schädel oder frischen Präparat die Kieferbewegungen nachzuahmen, um Aufschluß über die Bahnen der

Kondylen sowie der Zähne zu bekommen. Er erkannte, daß die Versuche am Präparat den anatomischen und physiologischen Verhältnissen nicht entsprachen, daher eine große Fehlerquelle boten.

Aus diesem Grunde suchte er am Lebenden eine genaue Charakteristik der Bewegungsbahnen solcher Punkte am Unterkiefer zu gewinnen, die einen möglichst großen Exkursionsradius haben. Zweckmäßig erschien ihm dafür der am weitesten von Kondylus entfernte Berührungspunkt der Schneiden der mittleren unteren Inzisivi, da er seine Bahn auf einer sagittal eingestellten Ebene sehr leicht registrieren konnte. So fand er, daß es sich bei der Oeffnungsbewegung nicht um eine zentrierte Bewegung handelt, sondern daß diese um eine momentan im Raume fortschreitende Achse erfolgt mit dem Zentrum des nach vorn gleitenden Kondylus.

Einen weiteren Schritt in der graphischen Darstellung der Oeffnungsbewegung verdanken wir den Untersuchungen Luces.

Um die kombinierte Natur der Oeffnungsbewegung genauer zu analysieren, befestigte er zwischen den mittleren unteren Inzisivi des zu Untersuchenden einen sagittal nach vorn gerichteten Knopf aus glänzend poliertem Silber und machte eine Profilaufnahme während der Kiefer die Oeffnungsbewegung ausführte. Der hell glänzende Knopf ergab auf der photographischen Platte eine deutliche Linie, die nicht einem Segment eines Kreisbogens entsprach, sondern stellte eine unregelmäßig gekrümmte Linie dar. Um ferner das proportionale Verhältnis der Drehbewegung zur Gleitbewegung zu erfassen sowie Anhaltspunkte für die Lage des Rotationspunktes zu gewinnen, brachte er sowohl am Kieferwinkel als auch Kondylus-Zentrum ebenfalls silberne Knöpfe an und verfolgte auf der photographischen Platte die synchrone Bewegung aller drei Punkte. Auf diese Weise stellte er fest, daß während der Kondylus bogenförmig nach vorn und abwärts gleitet, rückt der Punkt am Kieferwinkel nach rückwärts während der Schneidezahnpunkt eine nach hinten gerichtete unregelmäßig gekrümmte Linie aufzeichnet, die mit zunehmender Oeffnung immer mehr nach hinten abweicht. Außerdem ergab dieser Versuch die Möglichkeit, die von den einzelnen Punkten in bestimmten Zeitabschnitten zurückgelegten Bahnstrecken zueinander in Beziehung zu bringen.

So konnte er auch bestätigen, daß in der ersten und letzten Phase der Oeffnungsbewegung die Rotation vorherrscht, während in der mittleren Phase die Gleitbewegung zur Geltung kommt.

Einen anderen Weg beschritt Walker. Er versuchte die Kieferbewegungsbahn auf mechanischem Wege zu registrieren. Ein hierzu konstruierter Meßapparat (Gesichtsklinometer) vermittelte die Festlegung der aus der Dreh- und Gleitbewegung als Gesamtbewegung resultierenden Bahnen, insbesondere gestattete sein Meßapparat die Neigung der Bahn des Gelenkköpfchens am Lebenden zu bestimmen und an einer Skala abzulesen. Seine Versuche verfolgten die Absicht einen Artikulator zu bauen, dessen Gelenke nach den am Lebenden gefundenen Bahnrichtungen des Unterkiefers eingestellt werden sollten. Dieses Resultat hat er auch soweit erreicht und so war er der erste, der dieses Problem praktisch gelöst hatte.

In Anlehnung an die Ergebnisse Luces führten auch Tomes und Dolamore ihre Versuche durch, die sie ausschließlich der Oeffnungs- und Schließungsbewegung widmeten. Ihren Beobachtungen lag das Bestreben zugrunde, die Rotationsachsen nachzuprüfen und das Verhältnis der Gleit- zur Rotationsbewegung festzustellen. Zur graphischen Darstellung der Oeffnungsbahn bedienten sie sich eines verhältnismäßig einfachen Apparates, der beim Oeffnen des Mundes auf einer berußten Schreibfläche die Bewegungen des Kiefers aufzeichnete. Die so erhaltene Kurve sei nicht als ein Kreisbogen anzusehen, denn er weicht wesentlich von der hier gedachten Kreislinie mit dem Zentrum im Kondylus nach vorn zu ab. Sie projizierten die Bahn des Kondylus mit der Oeffnungsbahn des vorderen Dreieckpunktes in richtigem Lageverhältnis auf ebene Fläche. Zieht man nun von mehreren hintereinander liegenden Punkten der Kondylenbahn, die den verschiedenen Phasen der Oeffnungsbewegung entsprechen, Kreise, die eine einfache Scharnierbewegung des Unterkiefers um diese Punkte darstellen, so ergibt sich, daß die einzelnen Kreisbogen sämtlich die Oeffnungsbahn schneiden, so daß diese also nach vorn aus den einzelnen Kreisbogen ausfällt. Diese Oeffnungsbahn ist daher als die Resultante der gleichzeitig im Gelenk vor sich gehenden Dreh- und Gleitbewegung aufzufassen; sie ist somit eine Rotationsbewegung um die im Raume fortschreitende Kondylenachse.

Weiterhin haben sie festgestellt, daß die Oeffnungs- und Schließungsbahnen nicht zusammenfallen, sondern daß die Schlie-

hungskurve mehr oder weniger nach vorn von der Oeffnungskurve abweicht.

Dieser Feststellung will Schröder keinen besonderen Wert beimessen, denn die Schwankungen in der Verlaufsbahn der Kurven sind auf den weiten Verkehrsraum zurückzuführen, der dem Oberkiefer während der orthalen Bewegung zur Verfügung steht.

Parfitt und Campion suchten mittels graphischer Methode, die sie sich selbst zurechtdachten, die Bewegungen des Kondylus zu registrieren. Bei Anwendung ihrer Apparate mußte aber durch Fixierung des Registrators mit Hilfe eines Abdrucklöffels eine entsprechende Bißerhöhung erfolgen, die die wirkliche Lage des Okklusionspunktes nicht mehr erkennen ließ. Mangels erforderlicher Genauigkeit lehnt Schröder die Ergebnisse Parfitts und Campions ab, wenn sie auch für die weiteren Forschungen auf diesem Gebiete anregend wirkten.

Weitere Arbeiten von Chissin und Bennet bezweckten aus der Bahn zweier in verschiedener Richtung sich bewegender Unterkieferpunkte für die einzelnen Phasen der Oeffnungsbewegung den Mittelpunkt der für die Phasen entsprechenden Rotationsachsen festzustellen und zu ermitteln, ob ihre Lage dieselbe bleibt oder ob sie sich während der orthalen Bewegung verändert.

Wenn auch deren Versuche wesentlich voneinander abweichen, so führte die Uebereinstimmung ihrer Resultate auf verschiedenen Wegen erzielt, zur Klärung dieser Probleme.

Chissin wählte als Punkte, deren Bewegungsbahnen er untersuchen wollte, den Rand der unteren Inzisivi in der Mittellinie sowie die Mitte des Kinns und bestimmte auf mechanischem Wege mit Hilfe eines besonders konstruierten Apparates ihre Lageveränderung während der Oeffnungsbewegung dem Oberkiefer bezw. Hirnschädel gegenüber. Er beschränkt sich darauf, die Oeffnungsbewegung in drei Phasen zu zerlegen, für jede Phase die Anfangs- und Endlage des Schneidezahn- und Kinnpunktes in einem Diagramm festzulegen und durch Errichtung der Mittellote zwischen den Anfangs- und Endpunkten die Drehachsen für die einzelnen Phasen zu bestimmen. Aus diesem Versuch ist zu entnehmen, daß die Kieferöffnungsachse im Sinne einer Kurve dauernd wandert und eine relativ weite Bahn beschreibt.

Auch Bennet verfolgte, gestützt auf die Versuche Cam-

pions und Chissins die gleichzeitige Bewegung des Schneidezahnpunktes bzw. der Symphyse und des Kondylus. Er zeigte, daß man ein annähernd richtiges Bild der fortlaufenden Bahn der Drehachse erhält, wenn man die einander entsprechenden Bahnstrecken des Kondylus und der Symphyse fortlaufend unterteilt und so auf kleinsten Strecken die Lote errichtet; die Drehachsenbahn präsentiert sich als eine Kurve.

Auch Fick bestätigt die Annahme des Wanderns der Drehachse jedoch nicht in einer so weiten Bahn, wie sie die vorgenannten Autoren fanden. Bei ihm ist die wahre Bahn des Unterkiefers bei der Oeffnungsbewegung aufzufassen als das Resultat gleichzeitiger Drehung desselben um die bei dessen Verschiebung im Raum fortschreitende Köpfchenachse. Er verlegt dabei die resultierende Achse in die Nähe der Gelenkfläche bzw. in ihr selbst, wobei er auch noch betonte, daß die Lage der momentanen Rotationsachse abhängig sei von dem gegenseitigen Verhältnis der Gleit- zur Drehbewegung, das individuellen Schwankungen erheblich unterworfen sei.

Besonders hervorzuheben wären in der Darstellung des Mechanismus der Oeffnungsbewegung die Ueberlegungen Eltners, der im Sinne Breuers das Kiefergelenk als zwei durch den Discus getrennte einzelne Gelenke auffaßt. In dem oberen vollzieht sich nach Eltner die Gleitbewegung so, daß das Köpfchen mit dem Discus auf einem Kreis um die Mitte des Tuberculum sich bewegt, im unteren dagegen erfolgt die gleichzeitig vor sich gehende Drehung um das Zentrum des Köpfchens. Im Sinne dieser Auffassung konstruierte er auch einen Artikulator, der in der interessierten Fachwelt große Beachtung fand.

Diesen Forschungsarbeiten reihten sich die bedeutsamen Untersuchungen Gysis an. Es lag dessen Bestreben zugrunde, ein künstliches Gelenk zu konstruieren, das die am Lebenden gefundenen Gelenkbahnen der orthalen Bewegung genau wiedergeben möge. Er bediente sich nach dem Prinzip Parfitts der graphischen Darstellung der Bewegungsbahnen des Kondylus und des vorderen Dreieckpunktes der unteren mittleren Schneidezähne auf einer sagittalen Ebene.

Mit Hilfe eines Registrierapparates fand Gysi, daß auch bei zahnlosen Kiefern die Bahn der Kondylen auf einer nach unten

geneigten, mehr oder weniger flachen Kurve verläuft. Zur Bestimmung der Neigung der Kondylenbahn, die am Lebenden erheblichen individuellen Schwankungen unterworfen sei, bezog er sich bei Bezahnten auf die okklusale Ebene, bei zahnlosen Kiefern dagegen auf die am Lebenden leicht feststellbare Nasoaurikularlinie. Das Lagerungsverhältnis dieser Ebenen ist sehr konstant, daher war das Bestreben bei zahnlosen Kiefern nach Festlegung der normalen Bißhöhe die ursprüngliche Kauflächenebene sowie ihre Richtung nach der Horizontalen am Schädel wiederzugeben, durchaus berechtigt.

Gysi unterscheidet demnach an der Gelenkbahnkurve, die sich bei der orthalen Bewegung ergibt, zwei Abschnitte: einen mehr oder weniger steil abfallenden, der der hinteren nach vorn und abwärts geneigten Fläche des Tuberkulum entspricht und einen mehr horizontal verlaufenden Abschnitt, der die Bahn des Köpfchens auf der horizontal gerichteten Kuppe des Tuberkulum darstellt. Zu der Kondylenbahn brachte er die gleichzeitig auf der sagittalen Ebene aufgenommene Schneidezahnbahn bezw. Kinnpunktbahn in Beziehung, um durch die Errichtung der Mittellote auf den einander entsprechenden Kurvenabschnitten des Kondylus einerseits und des Schneidezahn- bezw. Kinnpunktes andererseits die den einzelnen Phasen entsprechende Lage der Rotationsachse zu finden.

Gysi kam somit hinsichtlich der Wanderung der Rotationsachse zu ähnlichen Ergebnissen wie, wie wir sie aus der Darstellung Ferreins und Chissins kennen.

Für die praktische Auswertung der Drehpunktlage und ihre Bedeutung für die künstliche Artikulation hat Gysi festgestellt, daß mit zunehmender Neigung der Oeffnungsbahn die Achse der orthalen Bewegung vom Kiefer ab nach rückwärts wandert, während ihre Höhenlage kaum eine Verschiebung erfährt, dagegen wird sie beeinflußt durch die Bahn des vorderen Schneidezahnpunktes.

Bei schwach geneigter Gelenkbahn liegen die Rotationsachsen fast senkrecht unterhalb des Kondylus, wogegen bei einer stark geneigten Gelenkbahn die Drehachsen nach rückwärts verlegt werden — ohne aber ihre Höhe wesentlich zu verändern. Er folgert daraus, daß die künstlichen Zähne so aufzustellen sind, daß sie in der durch Höhenlage der Oeffnungsachse bestimmten Kaudruck-

richtung stehen, sie treffen dann senkrecht zu den Kauflächen ihrer Antagonisten auf und tragen so zur Stabilisierung der Prothese bei.

Auch erkannte Gysi die bogenartige Anordnung der Okklusionskurve (Speesche Kurve) die beim Kieferschluß allen Zähnen ein senkrechtes Aufeinandertreffen ermöglichen soll und findet darin den morphologischen Ausdruck der funktionellen mechanischen Wirkung der Schließungsbewegung unabhängig von der Lage ihres Zentrums.

Dieser Auffassung Gysis kann M. Müller nicht folgen und behauptet, daß ein derartiges Aufeinandertreffen der Zähne ein Ideal wäre, das leider in der Natur nicht vorkommt. Er liefert ferner den Nachweis, daß auch ein gut ausgeprägter Kauflächenkurvenkomplex des menschlichen Gebisses einen gemeinsamen, der Rotationsachse entsprechenden Krümmungspunkt nicht aufweist.

Es unterliegt dennoch keinem Zweifel, und in dieser Hinsicht müssen wir Gysi beipflichten, daß die Wiedergabe der individuellen Lage der Rotationsachse des Unterkiefers am Artikulator die Vorbedingung sei für eine naturgetreue Nachahmung der Kaudruckrichtung und einer sich aus ihr ergebenden statisch einwandfreien Belastung der Prothese beim Zahnreihenschluß. Es ist aber leider dieses wichtige Problem nicht so weit gelöst, um an künstlichen Gelenken die orthale Bewegung dem natürlichen Ablauf individuell anzupassen.

Gysi verließ daher dieses Versuchsgebiet und beschränkte sich hauptsächlich darauf, eine mittlere Lage der Achse für die erste Phase der Oeffnungs- und letzte Phase der Schließungsbewegung bei der Konstruktion seines Artikulators anzunehmen, denn nur diese kommt, wie schon früher bemerkt, allein für die praktische Ausnutzung der Kaudruckrichtung beim Mundschluß in Betracht.

Er verlegt somit den Rotationspunkt für die Oeffnungsbewegung unterhalb des Kondylus etwa in halber Höhe zwischen Kauflächenebene und Gelenkfläche des Köpfchens. Bei derartiger Lokalisation der Rotationsachse ist es nicht mehr so wichtig, bei der Einstellung der Modelle die Entfernung einzuhalten, die am Lebenden zwischen den unteren mittleren Schneidezähnen und dem Kapitulum besteht. Außerdem ist der oben angenommenen Drehpunktlage die Möglichkeit gegeben, den im Munde festgestellten Biß im Artikulator beliebig zu erhöhen oder zu erniedrigen, ohne

daß hierdurch das Lagerungsverhältnis der Zahnreihen von den natürlichen Verhältnissen praktisch bemerkbar abweicht. Wird aber der Rotationspunkt im Zentrum der Kondylen angenommen, so ergibt sich bei jeder Bißerhöhung oder -erniedrigung eine störend abweichende, fehlerhafte Stellung der Zahnreihen zueinander.

I. Ueber den Mechanismus der Oeffnungsbewegung:

b) nach eigenen klinischen Beobachtungen und graphischen Darstellungen, (Feststellung grundsätzlicher Unterschiede der Oeffnungsbewegung bei Bezahnten und Unbezahnten.

Trotz vielseitiger Studien über den Charakter der Oeffnungs- und Schließungsbewegung ist der wesentliche Unterschied des Ablaufs der orthalen Bewegung bei Bezahnten und Zahnlosen bisher nicht untersucht worden, auch in der Literatur, wie ich selbst an Hand des vorausgeschickten Ueberblicks feststellen konnte, ist darüber mit Ausnahme einer Erwähnung von John Hunter aus dem Jahre 1780 nichts bekannt worden.

Ich gebe diesen Abschnitt aus dem Werke Hunters wieder, denn man muß noch heute darüber staunen, mit welch scharfer Beobachtungsgabe dieser berühmte englische Arzt ausgestattet war; seine Wahrnehmungen haben noch jetzt Geltung.

„Es scheint nicht, daß bey denjenigen Kindern, die noch keine Zähne haben, die untere Kinnlade auf eine solche Art bewegt wird, daß sie dabey in ihrer Gelenkhöhle vorwärts oder hinterwärts gleitet. Diejenige Erhabenheit des Schlafbeines, welche die Gelenkhöhle bey Erwachsenen mit bilden hilft, ist bey Kindern noch nicht vorhanden, und die Gelenkhöhle selbst gar nicht größer als der Kopf der unteren Kinnlade, den sie aufnimmt. Es muß daher auch bei solchen Kindern der Mittelpunkt der Bewegung blos in dem Kopf der Kinnlade liegen. Auf der anderen Seite aber scheint gleichfalls bey solchen alten Personen, die bereits ihre Zähne wieder verloren haben, der Mittelpunkt der Bewegung in den Köpfen der unteren Kinnlade zu seyn, und die ganze Bewegung dieses Knochens bey ihnen in einem Niederdrücken und Aufheben desselben, oder in dem Auf- und Zumachen des Mundes zu bestehen. Dergleichen alte Personen drücken nie die Kinnlade so weit herab, daß der Kopf auf der Erhabenheit des Schlafbeines vor-

wärts schlüpfe. und dieses geschieht zwar deswegen. weil bey ihnen schon dann. wenn die Kinnlade in ihrer natürlichen Lage sich befindet. auch der Mund zureichend geöffnet wird."

Auch bei unseren Untersuchungen an alten zahnlosen Personen, haben wir nun festgestellt, daß bei der Oeffnungsbewegung der Kondylus nicht aus der Gelenkpfanne hervortritt, sondern im Mittelpunkte der Köpfchen eine einfache Rotation zustande kommt, die bei mageren Individuen ganz besonders schon mit dem bloßen Auge wahrnehmbar ist.

Ferner konnten wir beobachten, daß alte zahnlose Personen beim Kauen die Kiefer so weit zueinander nähern können, daß sie den Bissen zermalmen und zum Teil Folgen des fehlenden Gebisses beim Kauakt aufheben. Dies ist unter der Bezeichnung „Mummeln" bekannt.

Diese Beobachtungen mußten doch auffallen und zu weiteren Untersuchungen Veranlassung geben.

Besonders Schröder beschäftigte sich mit dieser Feststellung und ihm verdanken wir auch Angaben über die Methodik zur graphischen Darstellung dieser eigenartigen Köpfchenbahn Zahnloser bei der Oeffnungsbewegung.

Hervorzuheben wäre, daß unsere Versuche ausschließlich am Lebenden durchgeführt wurden mit Hilfe von Apparaten, die im wesentlichen denen von Gysi nachgebildet, im einzelnen aber den von uns angestrebten Zielen entsprechend modifiziert wurden.

In erster Linie waren wir bestrebt, die Oeffnungsbahn graphisch exakt darzustellen. Es war daher wichtig, die Reibung der Zeichenstifte am Registrierapparat auszuschalten sowie für eine bessere Fixierung der Schreibfläche am Kopf zu sorgen.

Diese Aufgabe wurde durch die Anwendung der elektrischen Funkenzeichnung an Stelle der Graphitstifte gelöst. Läßt man nämlich von einer Nadelspitze Induktionsstrom auf eine Metallplatte in Funken überspringen, und bringt man in die Funkenstrecke ein dünnes Papierblatt, dann wird dieses bekanntlich von den Funken durchgeschlagen, und an der Durchschlagstelle bleibt ein feines Loch; der Funke brennt sich in das Papier ein. Die Nadelspitze ist so weit von der metallunterlegten Schreibfläche entfernt anzubringen, daß in keiner Phase der vom Unterkiefer auszuführenden Bewegung eine Berührung zwischen Zeichenstift und Schreibfläche

stattfindet. Der gewählten Entfernung muß natürlich die Stromstärke entsprechen. Bewegt sich nun die Nadelspitze über der Schreibfläche in irgendwelcher Bahn hin und her, währenddessen die Funken überspringen, so wandern diese natürlich mit, indem sie sich stets den kürzesten Weg suchen, also von der Nadelspitze senkrecht auf die Schreibfläche überspringen.

Der von Schröder modifizierte Registrierapparat ist nur bei bezahnten Kiefern anwendbar, an deren Zähnen er unbeweglich angebracht werden kann, bei zahnlosen Kiefern wird auf den gut ausbalancierten Registrierbügel von Gysi zurückgegriffen.

Der bei meinen Versuchen angewandte Registrierapparat ist zweckmäßig zum Teil aus Aluminium angefertigt, um möglichst wenig ermüdend und störend auf die Bewegungen des Kiefers einzuwirken. Er besteht aus Registrierstifthalter und Kopfgestell. Ersterer weist in seinem Frontalabteil eine kräftige Aluminiumhülse auf, die durch zwei etwas weitere, in präziser Schlittenführung auf ihr verschiebbare Hülsen auf beiden Seiten verlängert werden kann. Von beiden Enden des frontalen, der Verlängerung dienenden Querstückes aus geht in sagittaler Richtung nach rückwärts je eine schwächere Hülse, in der ein ausziehbarer Stift eingefaßt ist. Dieser trägt seinerseits einen Führungszylinder aus Elfenbein, der als Isolator zugleich die Nadelführung mit der verstellbaren Schreibnadel aufnimmt. An ihrem freien, nach außen gerichteten Ende, dient eine Klemmschraube zur Aufnahme und Befestigung der Elektroden. Der Registrierbügel wird durch eine die untere Zahnreihe labial und lingual umfassende Kautschukschiene, die die Kauflächen für die Artikulation freiläßt, für jeden Versuch an den Zähnen des Patienten befestigt, um alle Nebenwirkungen von vornherein auszuschließen. Die Verbindung zwischen Unterkiefer und dem Schreibbügel wird hergestellt durch zwei sagittal in der Medianebene, parallel zur Kauflächenebene verlaufende, kräftige Drahtstäbe, die in den doppelt gehöhlten Schaft des Schreibbügels eingelassen werden.

Die Sicherung der Schreibflächen wird durch das Kopfgestell erreicht. Ein Metallstreifen verläuft um Stirn und Hinterhaupt, ein zweiter, sagittal verlaufender sichert die Lage des Ringbandes. In der Mitte des Stirnteils, unter der Vereinigungsstelle beider Metallbandstreifen ist ein Kugelgelenk angebracht, das einen viereckigen,

frontal verlaufenden Balken trägt, auf dem ein ebenfalls viereckiger, nach rückwärts gerichteter Balken verschiebbar angebracht ist. Um den Seitenbalken in seiner Lage sicher zu fixieren, ist über dem Scheitel in frontaler Richtung eine leicht verstellbare Schiene angebracht, von deren Enden mit Gradeinstellung versehene Verbindungsstäbe zu den Seitenbalken herunterreichen und mit diesem in gewünschter Höhe befestigt werden können.

Als Schreibflächenträger dienen Messingkassetten, die an bajonettförmig abgebogenen und schienenartig abgeplatteten Stielen, in kurzen Hülsen verschiebbar, an den Seitenbalken angebracht und durch Stellschrauben an ihnen unverrückbar zu fixieren sind. Unmittelbar über den Kassetten sind die Stiele zum Zwecke der Isolierung durch einen $1^1/_2$ cm langen Elfenbeinzylinder unterbrochen. Die aus dünnem Papier bestehenden Schreibflächen sind leicht einzusetzen und auszuwechseln und werden durch eine federnde Rückplatte innerhalb der Kasette in Spannung erhalten. Die Kassetten sind ferner mit den sie tragenden Stielen beweglich verbunden. Man ist so imstande, den unteren Kassettenrand und damit auch zugleich den unteren Rand der Schreibflächen parallel zur Kauflächenebene einzustellen. Am vorderen Rande der Kassette dient eine Klemmschraube zur Befestigung der Zuführungsdrähte. Die Rückseiten der Kassetten sind, um sie ganz sicher zu isolieren, mit einer dünnen Platte unvulkanisierten Kautschuks überzogen.

Durch die Verstellbarkeit der einzelnen Bügelteile in allen drei Richtungen des Raumes kann die Nadelspitze des Registrierstifthalters bei jeder Kopfform ohne Schwierigkeit exakt auf die Kondylen eingestellt werden.

Als Stromquelle dient ein kleines Induktorium von $1^1/_2$ cm Funkenlängen, das den Primärstrom von einer Akkumulatoren Batterie von 4 Volt Spannung erhält.

Um die Kondylusbahn während der Oeffnungsbewegung mit dem eben beschriebenen Registrierapparat graphisch darzustellen wird zunächst die Kautschukschiene, welche die Verbindung zwischen Unterkiefer und Registrator herstellt, an den Zähnen des Unterkiefers festzementiert, so daß ihre beiden zum Aufschieben des Registrierbügels dienenden Stifte in Richtung der Kauflächenebene oder parallel zu dieser liegen. Wird der Registrierbügel dann auf die Stifte aufgeschoben, so verlaufen seine beiden Seitenteile

ebenfalls parallel zur Kauflächenebene. Sodann werden die Nadelspitzen genau auf die Zentren der Kondylen, die man zweckmäßig vorher mit einem Oelstift markiert, eingestellt und die Kassette mit den Schreibflächen zwischen Haut und Nadelspitze gebracht. Nunmehr wird das Kopfgestell dem Patienten aufgesetzt und durch Anziehen der Metallbänder sicher fixiert; die Kassetten mit den Schreibflächen liegen vor dem Ohre so, daß ihr unterer Rand parallel zu den Seitenbalken des Registrierbügels und somit auch parallel zur Kauflächenebene verläuft. Die Nadel wird bis auf 1 mm der Schreibfläche genähert und zusammen mit der Kassette durch hochisolierte Zuführungsdrähte mit den Polen des Induktionsstromes verbunden.

Zunächst veranlaßt man den Patienten den Mund zu schließen, leitet den Strom zu und brennt den Okklusionspunkt in die Schreibfläche ein, dann läßt man die Oeffnungsbewegung ausführen. Die Funken springen nun weiter von der Nadelspitze auf die Schreibfläche der Kassette über und brennen während der Bewegung eine deutliche Punktkurve ein.

Mit dem eben beschriebenen Apparat erhaltenen, außerordentlich gleichmäßigen Aufzeichnungen konnten im Wesen die Ergebnisse vorher genannter Autoren hinsichtlich der Form und Neigung der Kurven bei der orthalen Bewegung bestätigt werden, insbesondere die Feststellungen von Gysi, daß sich die Kondylen mehr abwärts und vorwärts in einer Neigung zur Kauflächenebene im Mittel von 33° bewegen, daß weiterhin die Gelenkbahnneigung zwischen links und rechts bei ein und demselben Individuum verschieden sei und daß schließlich beim Oeffnen des Mundes die Bewegung der Kondylen nach vorn sofort und zwangsmäßig erfolgt, so daß der vordere Dreieckspunkt unmittelbar nach Aufgabe der Okklusionsstellung nach vorn hin von dem Kreisbogen abweicht, den man sich um das Zentrum des Gelenkköpfchens während der Schlußstellung gezogen denkt.

Die Kondylenbahn bildet in den meisten Fällen nach oben konkave, mehr oder minder flache Kurven, die eine ganz verschiedene Neigung zur Kauflächenebene aufweisen, die Oeffnung repräsentiert sich als eine selbständige, von dem Vorgang der Artikulation völlig unabhängige Bewegung.

Nunmehr wenden wir unsere Aufmerksamkeit der Frage zu, wie groß der Anteil der Rotationsbewegung während der ver-

schiedenen Phasen der Oeffnungsbewegung sei und unter welchen Umständen sich das proportionale Verhältnis dieser beiden Bewegungen zueinander nähert.

In Anlehnung an die Untersuchungen Breuers am Präparat haben wir versucht, die Verhältnisse am Lebenden direkt durch graphische Aufzeichnungen zur Darstellung zu bringen.

Man verfolgt dabei neben der Bewegung des Kondyluszentrums die während der Oeffnung eintretende Lageveränderung einer durch diesen Punkt geführten, sich gleichartig mit dem Unterkiefer bewegenden Geraden. Diese Gerade wird durch zwei Punkte bestimmt, die in gleichen, senkrechten Abständen ober- und unterhalb des die Gleitbahn des Kondylus angebenden Zeichenstiftes, in starrer Verbindung mit diesem angebracht sind. Dazu dient eine Gabel, die drei senkrecht übereinander angebrachte, je 1 cm voneinander entfernt liegende Stifte trägt. Der in der Mitte entspricht dem Zentrum des Kondylus und gibt dessen Gleitbewegungen nach vorn und unten wieder, während die beiden peripheren Stifte und die durch sie bestimmte Gerade durch die Art ihrer Lageveränderung während der Oeffnungsbewegung das Rotationsmoment darstellt. Die drei Stifte sind durch den nichtleitenden Querbalken, der sie trägt, voneinander isoliert und werden mittels Klemmschrauben an die Leitungsdrähte angeschlossen.

Bei der Aufzeichnung wird der Mittelstift auf das Zentrum des Kondylus eingestellt, die anderen Stifte senkrecht und in gleicher Entfernung von ihm eingerichtet.

Es wird nunmehr bei der Schlußstellung der Zahnreihen der Okklusionspunkt aller drei Stifte in die Schreibfläche eingebrannt. Dann läßt man in bestimmten Etappen den Mund öffnen; der hindurchgeschickte Strom brennt jedesmal die entsprechende Stellung der Stifte ein und bildet eine Reihe von Punktsystemen, die stets einer Geraden entsprechen. Aus der Lageveränderung dieser Geraden zueinander ergibt sich nun der Anteil an der Rotation für die einzelnen Abschnitte der Wegstrecke des Kondylus.

Bringt man nun die Kondylusbahnstrecken von bestimmter Länge in Beziehung zu den Winkeln, die die sie begrenzenden Geraden bilden, ist es möglich zu erkennen, in wieweit der Kondylus und dementsprechend auch der Kiefer auf den einzelnen Bahnstrecken der Rotation unterworfen ist. Findet man, daß die Win-

kel auf der sie schneidenden Geraden beim Vorwärtsschreiten der Bewegung kleiner werden, so geht daraus hervor, daß die Rotation mit dem Fortschreiten der Bewegung abnimmt.

Verlaufen die Verbindungsgeraden der einzelnen Bahnstreckenpunkte parallel zueinander, kommt ein Drehmoment nicht zustande. Schneiden sie sich um den Mittelpunkt, der dem Zentrum des Kondylus entspricht, dann ist es eine reine Rotationsbewegung. Konvergieren aber die die einzelnen Strecken verbindenden Geraden nach abwärts, so erhalten wir das Bild der in der Regel auftretenden kombinierten Oeffnungsbewegung.

Aus den gewonnenen Kurvenbildern geht deutlich hervor, daß das proportionale Verhältnis zwischen Rotation und Gleitbewegung in den verschiedenen Phasen der Oeffnungsbewegung nicht das gleiche ist. Es überwiegt vielmehr zu Anfang die Rotation, bei fortschreitender Bewegung dominiert die Gleitbewegung, um schließlich bei der extremen Oeffnung des Mundes in eine Rotation überzugehen.

Die Schließungsbewegung verhält sich genau so, aber im umgekehrten Verhältnis zur Oeffnungsbewegung. Demnach verzeichnet man bei der extremen Oeffnung die Rotation, im weiteren Verlauf tritt die Gleitbewegung in den Vordergrund und in der letzten Phase der Schließungsbewegung hat die Rotation wieder den Vorrang.

Das proportionale Verhältnis der Rotation zur Gleitbewegung kommt besonders deutlich zum Vorschein, wenn man gleichzeitig mit der Verschiebung der Richtungsgeraden die Bahnkurve des vorderen Dreiecks aufnimmt.

Bei Zahnlosen liegen die Verhältnisse anders als bei bezahnten Kiefern. Die Untersuchungen in dieser Richtung sind sowohl für die künstliche Artikulation als auch den Aufbau der ganzen Prothese von Bedeutung.

Ich will daher auf die Ergebnisse meiner Untersuchungen in unserer prothetischen Abteilung nach dieser Richtung näher eingehen.

Es ist klar, daß bei Zahnlosen die Oeffnungsbewegung nicht von einer schon bestehenden oder gegebenen Ruhe- oder Schlußstellung des Kiefers verfolgt werden kann. Dieselbe muß erst künstlich geschaffen werden, indem man durch entsprechend hohe,

den zahnlosen Kiefern angepaßte Bißplatten aus Kautschuk die beiden Kiefer in individuell bestimmter Entfernung voneinander in Schlußstellung bringt und nun von dieser aus die Oeffnungsbewegung, wie vorher geschildert, aufzeichnet.

Hierzu verwandte ich den Registrator nach Gysi, da er für diesen Zweck besonders geeignet erscheint. Er besteht aus einem kräftigen, am Unterkiefer zu befestigenden Querstab und aus zwei auf ihn verschiebbar angebrachten, beiderseits nach rückwärts bis über den Kieferwinkel hinausragenden, parallel zueinander eingestellten Tragflächen, an deren Enden die Stifte nach allen Richtungen leicht verstellbar befestigt sind. In der Mitte des Querstabes weist der Schreibbügel zwei parallel zueinander verlaufende, nach dem Munde zu gerichtete Hülsen auf zur Aufnahme eines der Unterkieferform entsprechenden parabolisch gestalteten Metallplatte, die nach vorn in zwei kräftige, in die Hülsen des Registrators genau passende Drahtstiffte ausläuft. Diese Metallplatte stellt die Verbindung des Registrators mit dem zahnlosen Unterkiefer her mit Hilfe einer entsprechend erhöhten Stentsschablone, mit der sie als Richtungsgabel fest und unbeweglich verbunden ist. Es kam hier besonders darauf an, die Lage des Schreibbügels am zahnlosen Unterkiefer so zu fixieren, daß jede störende Nebenbewegung ausgeschaltet wird. Gysi gelang es mit Hilfe der beiden nach rückwärts gebogenen Tragflächen den Registrator so auszubalanzieren, daß bei vorsichtiger Handhabung eine Verlagerung der unteren Bißplatte auf dem zahnlosen Kiefer unmöglich wurde. Als Träger der Schreibplatten verwandte ich das vorher beschriebene Kopfgestell, das besser als die von Gysi angegebene Brille die feste Lage derselben sichert.

Bei der Untersuchung der Oeffnungsbewegung Zahnloser ist es wichtig von der Schlußstellung auszugehen, die der ursprünglichen Entfernung der beiden Kiefer während des Bestandes des natürlicchen Gebisses annähernd entspricht, denn dieses Lagerungsverhältnis der beiden Kiefer zueinander, die normale Bißhöhe, bildet die grundlage für den Aufbau des künstlichen Gebisses.

Bei dieser Gelegenheit soll auch auf die Möglichkeit eines erhöhten oder vertieften Bisses und dessen Folgen hingewiesen werden, da die eben angeführten verschiedenen Voraussetzungen bestimmte Abweichungen in den Bahnkurven bedingen. Ich komme darauf noch später zurück.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen, daß das Köpfchen unter normalen Verhältnissen durch das Zusammentreffen der natürlichen Zahnreihen auf der schrägen Fläche des Kondylus in Ruhelage gehalten wird, finden wir, daß bei fehlendem mechanischen Zusammenschluß der Kiefer, bei fehlenden Zähnen also, das Köpfchen nach hinten in die Tiefe der Fossa glenoidalis absinkt. Und je mehr dies der Fall ist, um so weiter muß der Mund geöffnet werden, bis die Schrägung des Tuberkulums überwunden wird.

Zu ähnlichen Resultaten gelangte ich bei Untersuchungen an Individuen, denen bald nach dem Verlust der eigenen Zähne ein der normalen Bißhöhe gebautes künstliches Gebiß eingesetzt wurde. Die hierbei gewonnenen Kurvenbilder kamen denen des normal bezahnten Kiefers nahe. Die Rotation tritt da nicht in demselben Maße in den Vordergrund, wie bei solchen Leuten, die lange zahnlos waren und kein Gebiß getragen haben.

Bei diesen Zahnlosen eben, bei denen die Veränderung am Angulus, den aufsteigenden Aesten und dem Gelenk mit weit vorgeschrittenen resorptiven Veränderungen am horizontalen Teil des Kiefers gleichen Schritt gehalten haben, so daß während der Kieferbewegung auf flacher horizontaler Bahn ein Kontakt oder wenigstens eine auffällig starke Annäherung zwischen beiden zahnlosen Kiefern möglich ist, fand ich nun, daß die Oeffnungsbewegung sich zunächst als einfache Rotationsbewegung darstellt, die erst bei weiterem Oeffnen des Mundes in eine kombinierte Bewegung übergeht; die Drehachse der im Raume fortschreitenden Bewegung liegt hier am Anfang der Oeffnungsbewegung im Köpfchen selbst, um dann fortschreitend mit dem weiteren Grade der Oeffnung sich vom Köpfchen zu entfernen, indem sie nach unten und vorn wandert; bei maximaler Oeffnung nähert sie sich wieder dem Köpfchen.

Nunmehr wäre noch auf die Möglichkeit hinzuweisen, am Lebenden die Lage der Rotationsachsen für die einzelnen Phasen der Oeffnungsbewegung festzulegen sowie das proportionale Verhältnis der Rotation zur Gleitbewegung individuell zu bestimmen.

Wenn wir auch bei unseren Versuchen von der Breuer Methode ausgegangen sind, war dieses Verfahren für unsere Untersuchungen am Lebenden keine bequeme und sichere Handhabe. Die wirkliche Lage des Rotationspunktes mußte vielmehr aus den Bewegungskurven zweier voneinander möglichst weit getrennt liegender Punkte bestimmt werden.

Am geeignetsten erscheint die Darstellung der Drehpunktlage, wenn man die Schneidezahnbahn und die des Kondylus direkt auf eine sagittale Ebene aufzeichnet und auf den einander entsprechenden Bahnstrecken beider Punkte die Mittellote errichtet. In ihren Schnittpunkten liegen die Drehachsen für die einzelnen Phasen der Oeffnungsbewegung. Diese Anordnung des Versuches gibt uns auch die Möglichkeit, die Art der Verteilung der Rotation und der Gleitbewegung im Einzelfalle am Lebenden deutlich zum Ausdruck zu bringen.

Zu diesem Zwecke werden die auf die sagittal eingestellte und mit Millimeterpapier bedeckte Schreibfläche aufgezeichneten Bewegungskurven in ihren natürlichen Dimensionen mit Hilfe eines Zirkels auf die Verteilung der Rotations- und Gleitbewegung nachgeprüft. Es werden mit der Projektion der Entfernung des vorderen Dreieckpunktes vom Zentrum des Kondylus, die durch die Verbindungslinie der Ausgangspunkte der beiderseitigen Bahnkurven gegeben ist, Kreise und Punkte der Kondylenbahn der Oeffnungsbewegung beschrieben, die in horizontaler Richtung voneinander um 1 mm entfernt sind. Sie schneiden die Oeffnungskurve des vorderen Dreieckspunktes in verschieden weiten Abständen. Und je größer die Abstände sind, je mehr also die vom vorderen Dreieckpunkt zurückgelegte Strecke die in gleicher Zeit entstandene Kondylenbahnstrecke an Länge übertrifft, umso mehr übertrifft die Rotationsbewegung und umgekehrt. Die bei verschiedenen Personen vorgenommenen Messungen haben nicht unbeträchtliche Unterschiede in der Verteilung der Rotationsbewegung auf die Gleitbewegung ergeben.

Die Versuche wurden mit einer Apparatur ausgeführt, die aus einem mit einer Schiene an den unteren Zähnen befestigten Gesichtsbügel, der in der Gegend des Kondylus, des ersten Molaren und des unteren mittleren Schneidezahnes elektrische Glühlämpchen trägt, die in der gleichen Sagittalebene liegen.

Eine photographische Kamera wird so aufgestellt, daß die Plattenebene parallel zur Medianebene des Patienten steht.

Wird nun im verdunkelten Raum während der Oeffnung eine Aufnahme gemacht, so markieren die sich bewegenden, dauernd glühenden Lämpchen auf der photographischen Platte scharf gezeichnete Lichtbannen, die eine gute Uebersicht über Form und Aus-

dehnung der Bahnstrecke geben. Um aber die einander entsprechenden Punkte der einzelnen Bahnkurven zu bestimmen und miteinander in Beziehung zu bringen, muß das Licht der Glühlämpchen, also der sie speisende Strom während der Oeffnung in gleichmäßigen Zeitabschnitten unterbrochen werden.

Dieser Unterbrecher besteht aus einer auf der Welle eines Elektromotors aufgesetzten Vulkarboscheibe, die einen Metallsektor trägt; zwei darauf schleifende Federn sind in die Lichtleitung eingeschaltet und bei Einschaltung des Motors wird der Stromkreis in gewünschter Weise geöffnet und geschlossen.

Die als Lichtwege der Lämpchen gezeichneten Bahnkurven der drei entsprechenden Punkte am Kiefer in Punkte und Strecken aufgelöst, können, da sie gleichzeitig entstehen und einander entsprechen leicht in Beziehung gebracht werden. Sie ergeben beim Vergleich der Lichtbahnen des Kondylus und des unteren Schneidezahnes die Bestätigung, daß bei Beginn der Oeffnung die Rotation vorherrscht, um erst bei weiterer Oeffnung in die Gleitbewegung überzugehen.

II. Die Schlußfolgerungen insbesondere der letzten Feststellung in Bezug auf die Festlegung der Bißhöhe und den weiteren Aufbau der ganzen Prothese.

Die kritische Betrachtung der aus den einzelnen Versuchen gewonnenen Kurvenbilder ergibt zunächst, daß zwischen den Kurven der einzelnen Individuen große Verschiedenheiten auftreten, desgleichen bei jedem Individuum zwischen den Kurven des rechten und linken Kondylus. Diese Unterschiede beziehen sich nicht nur auf die Länge der einzelnen Kurven, ihren Neigungswinkel und Lage des Okkulusionspunktes, sondern auch auf die Wirkung der verschiedenen Bißhöhen auf die Kurven selbst.

Der Grund für diese Verschiedenheiten liegt einmal in der ungleichen Winkelstellung der beiden Kondylenachsen und ungleich großen Winkel der beiden Tuberkula; dann auch spielt der Zustand der die orthale Bewegung leitenden Weichteile eine erhebliche Rolle.

Bei Zahnlosen gleicht die Oeffnungsbewegung, wenn sie aus normaler Bißhöhe erfolgt, der Oeffnungsbewegung bezahnter Indi-

viduen, nur im Anfang pflegt die Rotation mehr in Erscheinung zu treten. Erfolgt aber die Oeffnungsbewegung aus einer unternormalen Bißhöhe, wie wir sie bei alten Individuen, die schon lange zahnlos geworden sind, antreffen, so setzt sie mit einer ausgesprochenen Rotation ein, ein Befund, der für die kritische Beurteilung des einzelnen Falles in der Prothetik von Bedeutung ist.

Veränderungen in der Bißhöhe äußeren sich zunächst in der verschiedenen Länge der Bahnkurven des Kondylus. Bei erhöhtem Biß verkürzt sich die Bahn, bei vertieftem Biß dagegen verlängert sich diese entsprechend dem weiteren Zurücksinken des Kondylus in die Fossa. Die Neigung der Kondylenbahn bleibt unverändert, soweit der Unterkiefer in seinem hinteren Abschnitt, vor dem Angulus keine besondere Belastung erfährt. Ist das der Fall, so kann der Kondylus senkrecht nach unten aus der Bahn gedrückt werden. Diese Tatsache wirkt sich in der Praxis der Bißnahme besonders aus. Es ist daher zu beachten, daß die Bißplatten mit ihren hinteren Abschnitten nicht eher zusammentreffen als mit den vorderen mittleren Partien; andernfalls senkt sich das Köpfchen infolge stärkerer Belastung der Molarengegend, was zur Folge hat, daß die Molaren der nach solcher Bißnahme angefertigter Prothesen zu hoch sind und den Biß im Bereiche der Frontzähne sperren.

Wo eine zirkuläre Oeffnungsbewegung vorherrscht, ist darauf besonders zu achten die Bißhöhe so zu wählen, daß sie innerhalb der Rotationssphäre liegt und daß der Artikulator demgemäß eingestellt wird. Notwendigste Vorbedingung für den Aufbau der ganzen Prothese ist ferner die Benutzung eines Artikulators, der den individuellen physiologischen Verhältnissen ohne besondere Schwierigkeiten angepaßt werden kann.

Es ist mir eine besondere Ehre Herrn Prof. Dr. H. Schröder für die Ueberlassung des Themas und für seine freundliche Unterstützung bei der Bearbeitung desselben ergebenst zu danken.

Literatur.

Bennet Norman: Ein Beitrag zum Studium der Bewegung des Unterkiefers. Zeitschr. f. zahnärztl. Orthopädie 1913.

Breuer: Röntgenbild des Kiefergelenks. Oesterr.-ungarische Vierteljahrsschrift f. Zahnheilk. Heft I. 1919.

Chissin: Ueber die Oeffnungsbewegung des Unterkiefers. Archiv f. Anatomie u. Physiologie Heft I. 1909.

Eltner: Das Kiefergelenk und neuer Artikulator. Verhandl. des V. Internat. Kongresses 1909.

Fick, R.: Anatomie und Mechanik der Gelenke. Jena 1909.

Gysi: Beitrag zum Artikulationsproblem. Berlin 1908.

Hunter John: Natürliche Geschichte der Zähne. Leipzig 1780.

Kieffer: Beitrag zur Kenntnis der Veränderungen am Unterkiefer und am Kiefergelenk des Menschen durch Alter und Zahnverlust. Verhandl. des V. Internat. Kongr. 1909.

Langer: Das Kiefergelenk des Menschen. Sitzungsbericht der Akademie f. Wissenschaft Wien.

Münzesheimer: Ueber den Einfluß der Bißhöhe auf die Neigung der Kondylenbahn beim Seitwärtsbiß des Zahnlosen. Inaug.-Diss. Berlin 1921.

Port Euler: Handbuch der Zahnheilkunde 1929.

Rauber Kopsch: Lehrbuch der Anatomie 1929.

Scheff: Handbuch der Zahnheilkunde. Bd. I. u. IV.

Schröder: Lehrbuch der technischen Zahnheilkunde Bd. I. u. II.

— Ueber die Aufgaben der zahnärztlichen Prothetik und die Versuche zu ihrer Lösung. 1929.

Lebenslauf.

Ich, Leon Stendig, bin am 22. 8. 1894 in Kolomyja (Polen) als Sohn des Bauunternehmers Antschel Stendig und seiner Ehefrau Mialka geb. Singer geboren.

In den Jahren 1907—1914 besuchte ich daselbst das humanistische Gymnasium und bestand im Juni 1915 in Wien die Reifeprüfung. Im Weltkriege zum Heeresdienst herangezogen, konnte ich noch im Jahre 1916 in Wien an der medizinischen Fakultät immatrikuliert werden. Kurze Zeit darauf ging ich an die russische und dann an die italienische Front ab und rüstete im Jahre 1918, beim Zusammenbruch des Weltkrieges als Offizier ab.

Im Jahre 1919 setzte ich in Wien das mediz. Studium mit Unterbrechung des W. S. 22/23 und S. S. 1923 fort. In den Jahren 1924 bis 1928 studierte ich die Malkunst. Im August 1928 ging ich von der Wiener Universität ab, um in Berlin das mediz. Studium zu beendigen. Nachdem ich im April 1930 am Deutschen Institut für Ausländer die Immatrikulationsprüfung bestanden habe, konnte ich im Mai 1930 an der Berliner Friedrich-Wilhelms-Universität an der mediz. Fakultät (Studienfach Zahnheilkunde) immatrikuliert werden. Im November 1931 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung und im Juli 1933 das Staatsexamen mit dem Prädikat „gut".